

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

ROBERTO NASSER JUNIOR

**Otimização das colunas de absorção da recuperação de acetona na produção
de Filter Tow por meio de estudos fenomenológicos e análise estatística**

São Paulo
2009

ROBERTO NASSER JUNIOR

**Otimização das colunas de absorção da recuperação de acetona na produção
de Filter Tow por meio de estudos fenomenológicos e análise estatística**

Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do título de Doutor em Engenharia

Área de Concentração: Engenharia Química
Orientadora: Profa. Dra. Maria Elena Santos Taqueda

São Paulo
2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Nasser Junior, Roberto

Otimização das colunas de absorção da recuperação de acetona na produção de filter tow por meio de estudos fenomeno – lógicos e análise estatística / . -- São Paulo, 2009.

223 p.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Química.

1.Absorção 2.Análise de regressão e de correlação 3.Análise estatística de dados 4. Equilíbrio líquido-vapor (Modelos) 5.Acetato de celulose 6.Filer tow I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Química II.t.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Roberto Nasser Junior

Otimização das colunas de absorção da recuperação de acetona na produção de Filter Tow por meio de estudos fenomenológicos e análise estatística

Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Engenharia
Área de Concentração: Engenharia Química

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Professora Doutora Maria Elena Santos Taqueda, amiga e comadre, pela forma instigante e questionadora com que conduziu este trabalho.

Aos componentes da banca do Exame de Qualificação, Professor Doutor José Luis Camacho e Professor Doutor Wilson Miguel Salvagnini, inicialmente pela leitura integral e crítica do relatório da Qualificação, bem como pelas valiosas e úteis observações e sugestões, todas incluídas nesta versão final.

À Rhodia Poliamida e Especialidades Ltda., pela ajuda de todos, em especial dos colegas estudantes de Engenharia Leandro Santos e Fernando Mitre.

À Interpacking, através do Engenheiro Helmut Riemer, por nossa parceria técnica e de amizade, de mais de 30 anos.

À Ana Cristina, Mariana e Luiza, minha Família, pelo amor, dedicação, incentivo e principalmente pela paciência, agora redobrada com minha obstinação em continuar mantendo acesa esta chama de saber.

À memória de meu Pai, que continua sempre me incentivando a não parar, nem desistir.

RESUMO

A absorção é a etapa determinante da recuperação de acetona no Filter Tow, por reduzir a emissão de acetona e trazer melhorias à economia. Por isso, ela constitui o objeto deste estudo, que inclui desde a revisão dos conceitos fenomenológicos, considerando a escolha do melhor modelo de equilíbrio líquido-vapor, passando pela execução dos balanços coerentes de massa e o estabelecimento da *Fotografia* da situação original, relatando um caso complexo de transposição de pratos para recheios. Contudo, a operação das colunas de absorção é influenciada por outras variáveis de caráter desconhecido, *ruídos* em relação à fenomenologia, o que se pretende avaliar, justificando-se desenvolver estudo para avaliar seus efeitos. Com o objetivo geral de otimizar absorção, uma análise estatística foi executada a partir do levantamento de dados operacionais, utilizando todas suas variáveis, sejam as fenomenológicas, como os *ruídos*, com o objetivo específico de obter modelos empíricos que complementem as simulações fenomenológicas, aumentando sua abrangência. Para a execução da análise estatística, os conjuntos de dados históricos foram levantados e validados pelos balanços coerentes de massa e pela *Fotografia*, o que tornou possível sua evolução, desde a seleção das variáveis, até estabelecer os modelos de regressão, com os quais pode-se obter um novo modo de controle, que estabiliza a operação, possibilitando a otimização. Em termos ambientais, a utilização destes modelos resulta em redução de até 15% das perdas de acetona para o ambiente, como também de consumo energético, com uma economia da ordem de 1 milhão de reais por ano, sem quaisquer custos adicionais.

Palavras-chave: Absorção, Análise de regressão e correlação, Análise estatística de dados, Equilíbrio líquido-vapor (Modelos), Acetato de celulose, Filter Tow.

ABSTRACT

Absorption is the key step of the acetone recovery at Filter Tow production, for reducing the acetone emission and improving economics. For this reason it is the subject of this study, including the revision of phenomenological concepts, considering the choice of the best vapor liquid equilibrium model, passing by the improvement of coherent mass balances and establishing the *Photography* of the original situation, detailing a complex case of transposition of sieve trays to structured packing. However, the operation of the absorption columns is influenced by other variables, with unknown impacts, *noises* in relation to the phenomenology, justifying the development of this study, for evaluating them. With the general objective of optimizing the absorption, a statistical analysis is performed from collecting operating data, considering all variables, phenomenological and *noises*, with the specific objective of getting empirical models complementing the phenomenological simulations, increasing their comprising. For performing the statistical analysis sets of historical data have been collected and validated by coherent mass balances and the *Photography*, making possible its evolution, from the selection of the variables till establishing the regression models, and with them getting a new control way, which stabilizes the operation, allowing the optimization. In environmental terms, the use of these models results in up to 15% decrease in acetone losses to the environment, as well as power consumption with a saving of approximately 1 million reais per year, without any additional costs.

Keywords: Absorption, Regression and correlation analysis, Data statistical analysis, Vapor-liquid equilibrium (Models), Cellulose acetate, Filter Tow.